

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09224363
PUBLICATION DATE : 26-08-97

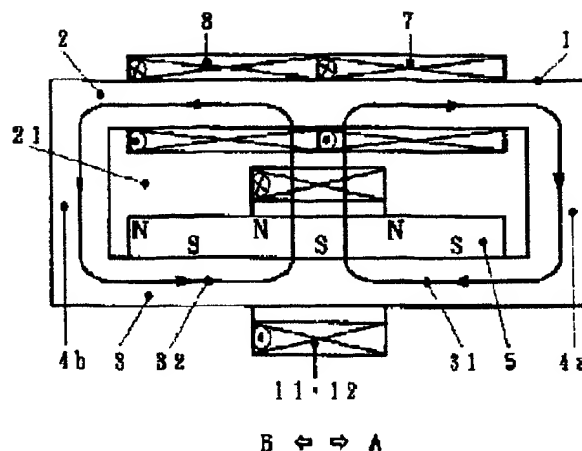
APPLICATION DATE : 19-02-96
APPLICATION NUMBER : 08053651

APPLICANT : EFUTEMU:KK;

INVENTOR : MORIKI YUICHI;

INT.CL. : H02K 33/18

TITLE : SINGLE-POLE TYPE LINEAR DC MOTOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the thrust of a single-pole type linear DC motor, increase stroke, and reduce the fluctuation in thrust for total stroke by winding two coil windings at one part of a stator.

SOLUTION: A stator 1 is constituted of a first yoke 2 and a second yoke 3 that oppose each other at a specific distance, a set of permanent magnets 6a and 6b in which a magnetic pole surface with N-pole polarity is fixed to both edge parts of the first yoke 2 and a magnetic pole surface with S-pole polarity is fixed to both edge parts of the second yoke 3, and a second coil winding 7 and a third coil winding 8 that are wound on the first yoke 2. In this case, a movable element 11 is mainly made of a first coil winding 12 that is wound on the second yoke 3 with a specific gap.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-224363

(43)公開日 平成9年(1997)8月26日

(51)Int.Cl.⁹
H 0 2 K 33/18

識別記号 庁内整理番号

F I
H 0 2 K 33/18

技術表示箇所
A

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平8-53651

(22)出願日 平成8年(1996)2月19日

(71)出願人 395005712

株式会社エフテム

神奈川県横浜市青葉区榎が丘20番地26

(72)発明者 森木 優一

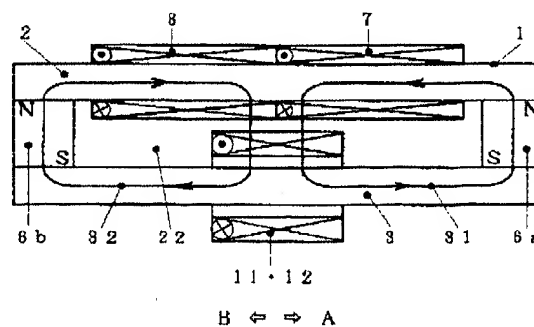
神奈川県横浜市青葉区榎が丘20番地26

(54)【発明の名称】 単極形リニア直流モータ

(57)【要約】

【目的】 固定子の一部に二つの巻線を巻装することにより、単極形リニア直流モータの大推力化、ロング・ストローク化および全ストロークに対する推力変動の減少を共に実現することを可能にする。

【構成】 固定子1は、所定の距離を隔て相対する第1のヨーク2および第2のヨーク3と、第1のヨーク2の両端部にそれぞれN極の極性を有する磁極面が固着され、第2のヨーク3の両端部にそれぞれS極の極性を有する磁極面が固着される一組の永久磁石6a、6bと、第1のヨーク2に巻装される第2の巻線7および第3の巻線8とにより構成され、可動子11は、第2のヨーク3の周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成される。



- | | | | |
|----|--------|----|--------|
| 1 | 固定子 | 11 | 可動子 |
| 2 | 第1のヨーク | 12 | 第1の巻線 |
| 3 | 第2のヨーク | 22 | 空間 |
| 6a | 永久磁石 | 31 | 第1の開磁路 |
| 6b | 永久磁石 | 32 | 第2の開磁路 |
| 7 | 第2の巻線 | | |
| 8 | 第3の巻線 | | |

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の距離を隔て相対して配置される第1のヨークおよび第2のヨークと、前記第1のヨークおよび前記第2のヨークのそれぞれの両端部を機械的かつ磁気的に接続する一組の第3のヨークと、前記第2のヨークの前記第1のヨークへの相対面に所定の極性を有する磁極面が固着される永久磁石とを備え、前記第1のヨーク、前記永久磁石および前記一組の第3のヨークのそれぞれの相対面が構成する空間を介して二つの閉磁路を形成する固定子と、前記第1のヨークの周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線を備え、前記空間内を円滑に移動し得る構造をなす可動子とにより構成される単極形リニア直流モータにおいて、前記空間の中央部から一方の端部までの範囲を構成する前記永久磁石および前記第2のヨークに第2の巻線を巻装し、前記空間の中央部から他方の端部までの範囲を構成する前記永久磁石および前記第2のヨークに第3の巻線を巻装することを特徴とする単極形リニア直流モータ。

【請求項2】 請求項1の第2の巻線を前記空間の中央部から一方の端部までの範囲を構成する前記第1のヨークに巻装し、請求項1の第3の巻線を前記空間の中央部から他方の端部までの範囲を構成する前記第1のヨークに巻装し、請求項1の第1の巻線を該第2の巻線あるいは該第3の巻線の周囲に所定の間隙を隔て巻装することを特徴とする請求項1の単極形リニア直流モータ。

【請求項3】 所定の距離を隔て相対して配置される第1のヨークおよび第2のヨークと、前記第1のヨークおよび前記第2のヨークのそれぞれの両端部を機械的かつ磁気的に接続する一組の第3のヨークと、前記第2のヨークの前記第1のヨークへの相対面に所定の極性を有する磁極面が固着される永久磁石とを備え、前記第1のヨーク、前記永久磁石および前記一組の第3のヨークのそれぞれの相対面が構成する空間を介して二つの閉磁路を形成する固定子と、前記第2のヨークおよび前記永久磁石の周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線を備え、前記空間内を円滑に移動し得る構造をなす可動子とにより構成される単極形リニア直流モータにおいて、前記空間の中央部から一方の端部までの範囲を構成する前記第1のヨークに第2の巻線を巻装し、前記空間の中央部から他方の端部までの範囲を構成する前記第1のヨークに第3の巻線を巻装することを特徴とする単極形リニア直流モータ。

【請求項4】 請求項3の第2の巻線を前記空間の中央部から一方の端部までの範囲を構成する前記永久磁石および前記第2のヨークに巻装し、請求項3の第3の巻線を前記空間の中央部から他方の端部までの範囲を構成する前記永久磁石および前記第2のヨークに巻装し、請求項3の第1の巻線を該第2の巻線あるいは該第3の巻線の周囲に所定の間隙を隔て巻装することを特徴とする請求項3の単極形リニア直流モータ。

【請求項5】 所定の距離を隔て相対して配置される第1のヨークおよび第2のヨークと、前記第1のヨークの前記第2のヨークへの相対面の両端部に所定の極性を有する磁極面がそれぞれ固着され、前記第2のヨークの前記第1のヨークへの相対面の両端部に他の極性を有する磁極面がそれぞれ固着される一組の永久磁石とを備え、前記第1のヨーク、前記第2のヨークおよび前記一組の永久磁石のそれぞれの相対面が構成する空間を介して二つの閉磁路を形成する固定子と、前記第2のヨークの周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線を備え、前記空間内を円滑に移動し得る構造をなす可動子とにより構成される単極形リニア直流モータにおいて、前記空間の中央部から一方の端部までの範囲を構成する前記第1のヨークに第2の巻線を巻装し、前記空間の中央部から他方の端部までの範囲を構成する前記第1のヨークに第3の巻線を巻装することを特徴とする単極形リニア直流モータ。

【請求項6】 請求項5の第1の巻線を前記第2の巻線あるいは前記第3の巻線の周囲に所定の間隙を隔て巻装することを特徴とする請求項5の単極形リニア直流モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、各種OA機器、各種光学機器および各種測定機器等において、振動および推力変動を嫌う各種移動部の駆動の用に供され、脈動の無い推力の発生、大推力化、小型化、軽量化、ロング・ストローク化および全ストロークに対する推力変動の減少を可能とする単極形リニア直流モータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の単極形リニア直流モータの構造および動作を、図1および図2に示す断面図と、図3および図4に示す推力特性図とにより説明する。

【0003】図1に示す従来の単極形リニア直流モータは、二つの閉磁路を形成する固定子1と、固定子1の一部に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12よりなる可動子11とにより構成され、脈動のない推力の発生と変動の少ない推力の発生とを可能とする特徴を有するものである。

【0004】固定子1は、所定の距離を隔て相対して配置される平板状をなす第1のヨーク2および平板状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2および第2のヨーク3のそれぞれの両端部を機械的かつ磁気的に接続する一組の第3のヨーク4a、4bと、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面にS極の極性を有する磁極面が固着される平板状をなす永久磁石5とを主に構成され、第1のヨーク2、永久磁石5および一組の第3のヨーク4a、4bのそれぞれの相対面は空間21を構成する。

【0005】固定子1は、永久磁石5のN極の極性を有

する磁極面の矢印A方向の端部から中央部までの範囲より、空間21の矢印A方向の端部から中央部までの範囲、第1のヨーク2の矢印A方向の端部から中央部までの範囲、第3のヨーク4a、第2のヨーク3の矢印A方向の端部から中央部までの範囲を介して永久磁石5の矢印A方向の端部から中央部までのS極の極性を有する磁極面に至る第1の閉磁路31と、永久磁石5のN極の極性を有する磁極面の矢印B方向の端部から中央部までの範囲より、空間21の矢印B方向の端部から中央部までの範囲、第1のヨーク2の矢印B方向の端部から中央部までの範囲、第3のヨーク4b、第2のヨーク3の矢印B方向の端部から中央部までの範囲を介して永久磁石5の矢印B方向の端部から中央部までのS極の極性を有する磁極面に至る第2の閉磁路32とを形成する。

【0006】可動子11は、第1のヨーク2の周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間21内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置され、第1の巻線12に図示の方向に所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12に図示と異なる方向に所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0007】図2に示す従来の単極形リニア直流モータは、二つの閉磁路を形成する固定子1と、固定子1の一部に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12よりなる可動子11とにより構成され、脈動のない推力の発生、小型化、軽量化および低価格化を可能とする特徴を有するものである。

【0008】固定子1は、所定の距離を隔て相対して配置される平板状をなす第1のヨーク2および平板状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2の第2のヨーク3への相対面の両端部にN極の極性を有する磁極面がそれぞれ固着され、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面の両端部にS極の極性を有する磁極面がそれぞれ固着される一組の永久磁石6a、6bとを主に構成され、第1のヨーク2、第2のヨーク3および一組の永久磁石6a、6bのそれぞれの相対面は空間22を構成する。

【0009】固定子1は、永久磁石6aのN極の極性を有する磁極面より、第1のヨーク2の矢印A方向の端部から中央部までの範囲、空間22の矢印A方向の端部から中央部までの範囲、第2のヨーク3の矢印A方向の端部から中央部までの範囲を介して永久磁石6aのS極の極性を有する磁極面に至る第1の閉磁路31と、永久磁石6bのN極の極性を有する磁極面より、第1のヨーク2の矢印B方向の端部から中央部までの範囲、空間22の矢印B方向の端部から中央部までの範囲、第2のヨーク3の矢印B方向の端部から中央部までの範囲を介して永久磁石6bのS極の極性を有する磁極面に至る第2の閉磁路32とを形成する。

【0010】可動子11は、第2のヨーク3の周囲に所

定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間22内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置され、第1の巻線12に図示の方向に所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12に図示と異なる方向に所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0011】図3は、図1に示す従来の単極形リニア直流モータのストローク x [mm]を100 [mm]に設定した際の推力特性図であり、図4は、図2に示す従来の単極形リニア直流モータのストローク x [mm]を100 [mm]に設定した際の推力特性図である。

【0012】図3および図4に示す推力特性図において、曲線Aは可動子11を構成する第1の巻線12に5 [W]の電力を供給した際の推力特性を示し、曲線Bは可動子11を構成する第1の巻線12に20 [W]の電力を供給した際の推力特性を示し、曲線Cは可動子11を構成する第1の巻線12に45 [W]の電力を供給した際の推力特性を示す。即ち、曲線Aは第1の巻線12に I [A]の電流を流した際の推力特性であり、曲線Bは第1の巻線12に $2 \times I$ [A]の電流を流した際の推力特性であり、曲線Cは第1の巻線12に $3 \times I$ [A]の電流を流した際の推力特性である。

【0013】一般に、従来の単極形リニア直流モータの推力は、第1の巻線12に鎖交する第1の閉磁路31を流れる磁束あるいは第1の巻線12に鎖交する第2の閉磁路32を流れる磁束と、即ち、空間21、22内の第1の閉磁路31が形成される範囲の磁界あるいは空間21、22内の第2の閉磁路32が形成される範囲の磁界と、第1の巻線12の巻数と、第1の巻線12に流れる電流とに比例して増加する。

【0014】従来の単極形リニア直流モータの大推力化は、第1の巻線12に鎖交する磁束の増加、第1の巻線12の巻数の増加あるいは第1の巻線12に流れる電流の増加により可能になる。しかし、第1の巻線12に鎖交する磁束の増加は、固定子1の大型化、大重量化および高価格化等の問題点を有し、第1の巻線12の巻数の増加は、可動子11の大型化、大重量化、応答性の劣化およびストロークの減少等の問題点を有するため、第1の巻線12に流れる電流の増加により対処されている。

【0015】可動子11を構成する第1の巻線12に流れる電流の増加は、第1の巻線12の周囲に発生する磁界の傾斜を大きくし、固定子1が空間21内あるいは空間22内に形成する磁界の分布に傾斜を与え、図3および図4に示す推力特性の曲線Bおよび曲線Cに示すように、全ストロークに対する推力変動を大きくするという欠点を有するものである。

【0016】従来の単極形リニア直流モータのロング・ストローク化は、第1のヨーク2、第2のヨーク3および第3のヨーク4a、4bの体積の増加と、永久磁石

5、6a、6bの体積の増加とにより可能になる。しかし、固定子1の大型化、大重量化、高価格化および漏洩磁束の増加等の問題点を有し、漏洩磁束の増加に伴い第1の巻線12を鎖交する磁束が減少し、推力が減少するという問題点を有するものである。

【0017】更に、固定子1の形成する第1の閉磁路31および第2の閉磁路32が固定子1の両端部へ集中し、空間21内あるいは空間22内の中央部における磁界を減少させ、第1の巻線に鎖交する磁束を減少させる。即ち、可動子11が空間21あるいは空間22の中央部に位置した際、推力が極めて小さくなるという欠点を有するものである。

【0018】一般に、単極形リニア直流モータは、脈動を伴わない推力を発生し得る唯一のリニア・モータであり、可動子の軽量化を可能とする優れた応答性を有するリニア・モータであり、各種位置検出装置を装着してサーボ制御することにより推力および速度の広範囲の制御と停止位置の高精度の制御とを可能とし、振動および推力変動を嫌う負荷および広範囲の速度での運転を必要とする負荷に対応し得る唯一のリニア・アクチュエータである。

【0019】図1に示す従来の単極形リニア直流モータは、全ストロークに対する変動の少ない推力の発生を可能とする反面、大推力化およびロング・ストローク化を困難とする問題点を有するものであり、図2に示す従来の単極形リニア直流モータは、小型化、軽量化および低価格化を可能とする反面、大推力化、ロング・ストローク化および全ストロークに対する変動の少ない推力の発生を困難とする問題点を有するものである。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】解決しようとする問題点は、従来の単極形リニア直流モータの大推力化と、ロング・ストローク化と、全ストロークに対する推力変動の減少とを共に実現することが困難である点である。

【0021】

【課題を解決するための手段】従来の単極形リニア直流モータの固定子1が構成する空間21あるいは空間22の中央部から一方の端部までの範囲を構成する固定子1の構成部材に第2の巻線と、固定子1が構成する空間21あるいは空間22の中央部から他方の端部までの範囲を構成する固定子1の構成部材に第3の巻線とを、それぞれ巻装することを最も主要な特徴とし、大推力化、ロング・ストローク化および全ストロークに対する推力変動の減少という目的を極めて簡単に実現した。

【0022】

【実施例】次に、図5、図8および図11ないし図16に示す実施例と、図6および図9に示す磁界分布図と、図7および図10に示す推力特性図とに基づいて、本発明の単極形リニア直流モータの構造および動作を説明す

【0023】図5は、本発明の単極形リニア直流モータの第1の実施例の構造説明を目的とした断面図である。

【0024】本発明の単極形リニア直流モータの固定子1は、所定の距離を隔て相対して配置される平板状をなす第1のヨーク2および平板状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2および第2のヨーク3のそれぞれの両端部を機械的かつ磁氣的に接続する一組の第3のヨーク4a、4bと、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面にS極の極性を有する磁極面が固着される平板状をなす永久磁石5と、空間21の中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2に巻装される第2の巻線7と、空間21の中央部から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2に巻装される第3の巻線8とを主に構成される。

【0025】尚、空間21は、永久磁石5、第2の巻線7および第3の巻線8のそれぞれの相対面と、第3のヨーク4aおよび第3のヨーク4bのそれぞれの相対面とにより構成される。

【0026】固定子1は、永久磁石5のN極の極性を有する磁極面の矢印A方向の端部から中央部までの範囲より、空間21の矢印A方向の端部から中央部までの範囲、空間21内に位置する第2の巻線7、第1のヨーク2の矢印A方向の端部から中央部までの範囲、第3のヨーク4a、第2のヨーク3の矢印A方向の端部から中央部までの範囲を介して永久磁石5のS極の極性を有する磁極面の矢印A方向の端部から中央部までの範囲に至る第1の閉磁路31と、永久磁石5のN極の極性を有する磁極面の矢印B方向の端部から中央部までの範囲より、空間21の矢印B方向の端部から中央部までの範囲、空間21内に位置する第3の巻線8、第1のヨーク2の矢印B方向の端部から中央部までの範囲、第3のヨーク4b、第2のヨーク3の矢印B方向の端部から中央部までの範囲を介して永久磁石5のS極の極性を有する磁極面の矢印B方向の端部から中央部までの範囲に至る第2の閉磁路32とを形成する。

【0027】本発明の単極形リニア直流モータの可動子11は、第2のヨーク3および永久磁石5の周囲にそれぞれ所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間21内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置される。

【0028】可動子11は、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示の方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより、第1の閉磁路31を流れる磁束あるいは第2の閉磁路32を流れる磁束と、即ち、空間21内の第1の閉磁路31が形成される範囲の磁界あるいは空間21内の第2の閉磁路32が形成される範囲の磁界と、第1の巻線12の巻数と、第1の巻線12を流れる電流とに比例して増加し、更に、第2の巻線7の巻数あるいは第3の巻線8の巻数と、第2の巻線7を流れる電流あるいは第3の巻線8を流れる電流とに比例して

増加する所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示と異なる方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0029】図6は、図5に示す本発明の単極形リニア直流モータの動作原理説明を目的とした磁界分布図である。

【0030】直線Aは、永久磁石5により空間21の矢印B方向の端部から空間21の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、磁界が空間21の矢印B方向の端部から空間21の矢印A方向の端部まで、 H_g [A/m] にて一様に分布する状態を示す。

【0031】直線Bは、第2の巻線7および第3の巻線8に図5に示す方向にそれぞれ所定の電流を流した際、空間21の矢印B方向の端部から空間21の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、磁界が $-H_b$ [A/m] から H_c [A/m] まで所定の傾斜をもって増加する状態を示す。

【0032】通常、第2の巻線7の巻数および巻線抵抗等の巻線仕様と、第3の巻線8の巻数および巻線抵抗等の巻線仕様とは同一に構成され、磁界 $-H_b$ [A/m] および磁界 H_c [A/m] の大きさは等しく形成される。

【0033】直線Cは、可動子11が空間21内の中央部（ストローク x_c [mm]）に位置し、可動子11を構成する第1の巻線12に図5に示す方向に所定の電流を流した際、空間21内に位置する第1の巻線12の矢印B方向の端部から空間21内に位置する第1の巻線12の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、磁界が H_d [A/m] から $-H_a$ [A/m] まで所定の傾斜をもって減少する状態を示す。

【0034】通常、磁界 H_d [A/m] および磁界 $-H_a$ [A/m] の大きさは等しく形成される。尚、第1の巻線12に流す電流は、図1に示す従来の単極形リニア直流モータに図3に示す推力特性図の曲線Bあるいは曲線Cで示す推力特性を与える大きさを有し、空間21内に位置する第1の巻線12の周囲に形成される磁界の分布は、可動子11の位置に拘らず直線Cで現される。

【0035】直線Dは、空間21内に直線Aで示す磁界が分布し、空間21内に位置する第1の巻線12の周囲に直線Cで示す磁界を形成する所定の電流を第1の巻線12に流し、可動子11が空間21の矢印B方向の端部から空間21の矢印A方向の端部まで全ストローク移動した際、空間21の矢印B方向の端部から空間21の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、磁界が H_i [A/m] から H_e [A/m] まで所定の傾斜をもって減少する状態を示す。

【0036】空間21の矢印B方向の端部の磁界 H_i [A/m] および空間21の矢印A方向の端部の磁界 H_e [A/m] は数式1により現される。

【0037】直線Eは、空間21内に直線Aおよび直線Bで示す磁界が分布し、空間21内に位置する第1の巻線12の周囲に直線Cで示す磁界を形成する所定の電流を第1の巻線12に流し、可動子11が空間21の矢印B方向の端部から空間21の矢印A方向の端部まで全ストローク移動した際、空間21の矢印B方向の端部から空間21の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、磁界が H_h [A/m] から H_f [A/m] まで所定の傾斜をもって減少する状態を示す。

【0038】直線Eは、直線Dで分布する磁界と直線Bで分布する磁界とを合成したものであり、空間21の矢印B方向の端部の磁界 H_h [A/m] および空間21の矢印A方向の端部の磁界 H_f [A/m] は数式2により現される。

【0039】

【数1】

$$H_i = H_g + H_d \quad [A/m]$$

$$H_e = H_g - H_a \quad [A/m]$$

【0040】

【数2】

$$\begin{aligned} H_h &= H_i - H_b & [A/m] \\ &= (H_g + H_d) - H_d & [A/m] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_f &= H_e + H_c & [A/m] \\ &= (H_g - H_a) + H_c & [A/m] \end{aligned}$$

【0041】直線Dは、図1に示す従来の単極形リニア直流モータの空間21内の推力の発生に關与する磁界の分布を示すものであり、直線Eは、図5に示す本発明の単極形リニア直流モータの空間21内の推力の発生に關与する磁界の分布を示すものである。

【0042】即ち、図5に示す本発明の単極形リニア直流モータの空間21内に形成される推力の発生に關与する磁界は、図1に示す従来の単極形リニア直流モータの空間21内に形成される推力の発生に關与する磁界に対して、全ストロークに対する変動の割合が大きく減少する。

【0043】図7は、図5に示す本発明の単極形リニア直流モータの推力特性図であり、曲線Aは、ストローク x [mm] を100 [mm] に設定した際の推力特性を示し、曲線Bは、図3に示す従来の単極形リニア直流モータの推力特性図の曲線Cを示す。

【0044】図7の推力特性図に示す曲線Bは、図6の磁界分布図に示す直線Dに対応するものであり、図7の推力特性図に示す曲線Aは、図6の磁界分布図に示す直線Eに対応するものである。即ち、本発明の単極形リニア直流モータは、従来の単極形リニア直流モータに対して、全ストロークに対する推力変動の減少を可能とするものである。

【0045】図8は、本発明の単極形リニア直流モータの第2の実施例の構造説明を目的とした断面図である。

【0046】本発明の単極形リニア直流モータの固定子1は、所定の距離を隔て相対して配置される平板状をなす第1のヨーク2および平板状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2の第2のヨーク3への相対面の両端部にN極の極性を有する磁極面がそれぞれ固着され、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面の両端部にS極の極性を有する磁極面がそれぞれ固着される一組の永久磁石6a、6bと、空間22の中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2に巻装される第2の巻線7と、空間22の中央部から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2に巻装される第3の巻線8を主に構成される。

【0047】尚、空間22は、第2のヨーク3、第2の巻線7および第3の巻線8のそれぞれの相対面と、永久磁石6aおよび永久磁石6bのそれぞれの相対面により構成される。

【0048】固定子1は、永久磁石6aのN極の極性を有する磁極面より、第1のヨーク2の矢印A方向の端部から中央部までの範囲、空間22内に位置する第2の巻線7、空間22の矢印A方向の端部から中央部までの範囲、第2のヨーク3の矢印A方向の端部から中央部までの範囲を介して永久磁石6aのS極の極性を有する磁極面に至る第1の閉磁路31と、永久磁石6bのN極の極性を有する磁極面より、第1のヨーク2の矢印B方向の端部から中央部までの範囲、空間22内に位置する第3の巻線8、空間22の矢印B方向の端部から中央部までの範囲、第2のヨーク3の矢印B方向の端部から中央部までの範囲を介して永久磁石6bのS極の極性を有する磁極面に至る第2の閉磁路32とを形成する。

【0049】本発明の単極形リニア直流モータの可動子11は、第2のヨーク3の周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間22内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置される。

【0050】可動子11は、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示の方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより、第1の閉磁路31を流れる磁束あるいは第2の閉磁路32を流れる磁束と、即ち、空間22内の第1の閉磁路31が形成される範囲の磁界あるいは空間22内の第2の閉磁路32が形成される範囲の磁界と、第1の巻線12の巻数と、第1の巻線12を流れる電流とに比例して増加し、更に、第2の巻線7の巻数あるいは第3の巻線8の巻数と、第2の巻線7を流れる電流あるいは第3の巻線8を流れる電流とに比例して増加する所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示と異なる方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0051】図9は、図8に示す本発明の単極形リニア

る。

【0052】屈曲線Aは、永久磁石6aおよび永久磁石6bにより空間22の矢印B方向の端部から空間22の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、空間22の矢印B方向の端部からストロークxa [mm]までの範囲の磁界が、 $Hga [A/m]$ から $Hg [A/m]$ まで所定の傾斜をもって減少する状態と、ストロークxa [mm]からストロークxb [mm]までの範囲の磁界が、 $Hg [A/m]$ にて一様に分布する状態と、ストロークxb [mm]から空間22の矢印A方向の端部までの範囲の磁界が、 $Hg [A/m]$ から $Hgb [A/m]$ まで所定の傾斜をもって増加する状態とを示す。

【0053】通常、永久磁石6aの体積およびエネルギー積等の仕様と、永久磁石6bの体積およびエネルギー積等の仕様とは同一に構成され、磁界 $Hga [A/m]$ および磁界 $Hgb [A/m]$ の大きさは等しく形成される。

【0054】直線Bは、第2の巻線7および第3の巻線8に図8に示す方向にそれぞれ所定の電流を流した際、空間22の矢印B方向の端部から空間22の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、磁界が $-Hb [A/m]$ から $Hc [A/m]$ まで所定の傾斜をもって増加する状態を示す。

【0055】通常、第2の巻線7の巻数および巻線抵抗等の巻線仕様と、第3の巻線8の巻数および巻線抵抗等の巻線仕様とは同一に構成され、磁界 $-Hb [A/m]$ および磁界 $Hc [A/m]$ の大きさは等しく形成される。

【0056】直線Cは、可動子11が空間22内の中央部(ストロークxc [mm])に位置し、可動子11を構成する第1の巻線12に図8に示す方向に所定の電流を流した際、空間22内に位置する第1の巻線12の矢印B方向の端部から空間22内に位置する第1の巻線12の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、磁界が $Hd [A/m]$ から $-Ha [A/m]$ まで所定の傾斜をもって減少する状態を示す。

【0057】通常、磁界 $Hd [A/m]$ および磁界 $-Ha [A/m]$ の大きさは等しく形成される。尚、第1の巻線12に流す電流は、図2に示す従来の単極形リニア直流モータに図4に示す推力特性図の曲線Bあるいは曲線Cで示す推力特性を与える大きさを有し、空間22内の第1の巻線12の周囲に形成される磁界の分布は、可動子11の位置に拘らず直線Cで現される。

【0058】屈曲線Dは、空間22内に屈曲線Aで示す磁界が分布し、空間22内に位置する第1の巻線12の周囲に直線Cで示す磁界を形成する所定の電流を第1の巻線12に流し、可動子11が空間22の矢印B方向の端部から空間22の矢印A方向の端部まで全ストローク

の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、空間22の矢印B方向の端部からストローク x_b [mm]までの範囲の磁界が、 H_i [A/m]から H_{ia} [A/m]まで所定の傾斜をもって減少する状態と、ストローク x_b [mm]から空間22の矢印A方向の端部までの範囲の磁界が、 H_{ia} [A/m]から H_e [A/m]まで所定の傾斜をもって増加状態とを示す。

【0059】空間22の矢印B方向の端部の磁界 H_i [A/m]および空間22の矢印A方向の端部の磁界 H_e [A/m]は数式3により現される。

【0060】屈曲線Eは、空間22内に屈曲線Aおよび直線Bで示す磁界が分布し、第1の巻線12に直線Cで示す磁界を形成する所定の大きさを有する電流を流し、可動子11が空間22の矢印B方向の端部から矢印A方向の端部まで全ストローク移動した際、空間22の矢印B方向の端部から空間22の矢印A方向の端部までの範囲に形成される磁界の分布を示し、空間22の矢印B方向の端部からストローク x_b [mm]までの範囲の磁界が、 H_h [A/m]から H_{ha} [A/m]まで所定の傾斜をもって減少する状態と、空間22のストローク x_b [mm]から矢印B方向の端部までの範囲の磁界が、 H_{ha} [A/m]から H_f [A/m]まで所定の傾斜をもって増加する状態とを示す。

【0061】屈曲線Eは、屈曲線Dで分布する磁界と直線Bで分布する磁界とを合成したものであり、空間22の矢印B方向の端部の磁界 H_h [A/m]、空間22のストローク x_b の磁界 H_{ha} [A/m]および空間22の矢印A方向の端部の磁界 H_f [A/m]は数式4により現される。

【0062】

【数3】

$$\begin{aligned} H_i &= H_g a + H_d & [A/m] \\ H_{ia} &= H_g - H_a & [A/m] \\ H_e &= H_g b - H_a & [A/m] \end{aligned}$$

【0063】

【数4】

$$\begin{aligned} H_h &= H_i - H_b & [A/m] \\ &= (H_g a + H_d) - H_b & [A/m] \\ H_{ha} &= H_{ia} + H_{ba} & [A/m] \\ &= (H_g - H_a) + H_{ba} & [A/m] \\ H_f &= H_e + H_c & [A/m] \\ &= (H_g b - H_a) + H_c & [A/m] \end{aligned}$$

【0064】屈曲線Dは、図2に示す従来の単極形リニア直流モータの空間22内の推力の発生に関与する磁界の分布を示すものであり、屈曲線Eは、図8に示す本発明の単極形リニア直流モータの空間22内の推力の発生に関与する磁界の分布を示すものである。

【0065】即ち、図8に示す本発明の単極形リニア直流モータの空間22内に形成される推力の発生に関与する

磁界は、図2に示す従来の単極形リニア直流モータの空間22内に形成される推力の発生に関与する磁界に対して、全ストロークに対する変動の割合が大きく減少する。

【0066】図10は、図8に示す本発明の単極形リニア直流モータの推力特性図であり、曲線Aは、ストローク x [mm]を100 [mm]に設定した際の推力特性を示し、曲線Bは、図4に示す従来の単極形リニア直流モータの推力特性の曲線Cを示す。

【0067】図10の推力特性図に示す曲線Bは、図9の磁界分布図に示す屈曲線Dに対応するものであり、図10の推力特性図に示す曲線Aは、図9の磁界分布図に示す屈曲線Eに対応するものである。即ち、本発明の単極形リニア直流モータは、従来の単極形リニア直流モータに対して、全ストロークに対する推力変動の減少を可能とするものである。

【0068】図11は、本発明の単極形リニア直流モータの第3の実施例の構造説明を目的とした断面図である。

【0069】本発明の単極形リニア直流モータの固定子1は、所定の距離を隔て相対して配置される平板状をなす第1のヨーク2および平板状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2の第2のヨーク3への相対面の両端部にN極の極性を有する磁極面がそれぞれ固着され、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面の両端部にS極の極性を有する磁極面がそれぞれ固着される一組の永久磁石6a、6bと、空間22の中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第1のヨークに巻装される第2の巻線7と、空間22の中央部から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第1のヨークに巻装される第3の巻線8とを主に構成される。

【0070】尚、空間22は、第2のヨーク3、第2の巻線7および第3の巻線8のそれぞれの相対面と、永久磁石6aおよび永久磁石6bのそれぞれの相対面とにより構成される。

【0071】本発明の単極形リニア直流モータの可動子11は、第1のヨーク2に巻装された第2の巻線7あるいは第3の巻線8に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間22内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置される。

【0072】可動子11は、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示の方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより、空間22内に形成される磁界と、第1の巻線12の巻数と、第1の巻線12を流れる電流とに比例して増加し、更に、第2の巻線7の巻数あるいは第3の巻線8の巻数と、第2の巻線7を流れる電流あるいは第3の巻線8を流れる電流とに比例して増加する所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示と異なる方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより所定の推

力をもって矢印B方向に移動する。

【0073】図12は、本発明の単極形リニア直流モータの第4の実施例の構造説明を目的とした断面図である。

【0074】本発明の単極形リニア直流モータの固定子1は、所定の距離を隔て相対して配置される平板状をなす第1のヨーク2および平板状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2および第2のヨーク3のそれぞれの両端部を機械的かつ磁氣的に接続する一組の第3のヨーク4a、4bと、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面にS極の極性を有する磁極面が固着される平板状をなす永久磁石5と、空間21の中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2に巻装される第2の巻線7と、空間21の中央部から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2に巻装される第3の巻線8とを主に構成される。

【0075】尚、空間21は、永久磁石5、第2の巻線7および第3の巻線8のそれぞれの相対面と、第3のヨーク4aおよび第3のヨーク4bのそれぞれの相対面とにより構成される。

【0076】本発明の単極形リニア直流モータの可動子11は、第1のヨーク2に巻装された第2の巻線7あるいは第3の巻線8の周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間21内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置される。

【0077】可動子11は、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示の方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより、空間21内に形成される磁界と、第1の巻線12の巻数と、第1の巻線12を流れる電流とに比例して増加し、更に、第2の巻線7の巻数あるいは第3の巻線8の巻数と、第2の巻線7を流れる電流あるいは第3の巻線8を流れる電流とに比例して増加する所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示と異なる方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0078】図13は、本発明の単極形リニア直流モータの第5の実施例の構造説明を目的とした断面図である。

【0079】本発明の単極形リニア直流モータの固定子1は、所定の距離を隔て相対して配置される平板状をなす第1のヨーク2および平板状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2および第2のヨーク3のそれぞれの両端部を機械的かつ磁氣的に接続する一組の第3のヨーク4a、4bと、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面にS極の極性を有する磁極面が固着される平板状をなす永久磁石5と、空間21の中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第2のヨーク3および永久磁石5に巻装される第2の巻線7と、空間21の中央部

から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第2のヨーク3および永久磁石5に巻装される第3の巻線8とを主に構成される。

【0080】尚、空間21は、第1のヨーク2、第2の巻線7および第3の巻線8のそれぞれの相対面と、第3のヨーク4aおよび第3のヨーク4bのそれぞれの相対面とにより構成される。

【0081】本発明の単極形リニア直流モータの可動子11は、第1のヨーク2の周囲にそれぞれ所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間21内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置される。

【0082】可動子11は、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示の方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより、空間21内に形成される磁界と、第1の巻線12の巻数と、第1の巻線12を流れる電流とに比例して増加し、更に、第2の巻線7の巻数あるいは第3の巻線8の巻数と、第2の巻線7を流れる電流あるいは第3の巻線8を流れる電流とに比例して増加する所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示と異なる方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0083】図14は、本発明の単極形リニア直流モータの第6の実施例の構造説明を目的とした断面図である。

【0084】本発明の単極形リニア直流モータの固定子1は、所定の距離を隔て相対して配置される平板状をなす第1のヨーク2および平板状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2および第2のヨーク3のそれぞれの両端部を機械的かつ磁氣的に接続する一組の第3のヨーク4a、4bと、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面にS極の極性を有する磁極面が固着される平板状をなす永久磁石5と、空間21の中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第2のヨーク3および永久磁石5に巻装される第2の巻線7と、空間21の中央部から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第2のヨーク3および永久磁石5に巻装される第3の巻線8とを主に構成される。

【0085】尚、空間21は、第1のヨーク2、第2の巻線7および第3の巻線8のそれぞれの相対面と、第3のヨーク4aおよび第3のヨーク4bのそれぞれの相対面とにより構成される。

【0086】本発明の単極形リニア直流モータの可動子11は、第2のヨーク3および永久磁石5に巻装された第2の巻線7あるいは第3の巻線8の周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間21内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置される。

【0087】可動子11は、第1の巻線12、第2の巻

線7および第3の巻線8に図示の方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより、空間21内に形成される磁界と、第1の巻線12の巻数と、第1の巻線12を流れる電流とに比例して増加し、更に、第2の巻線7の巻数あるいは第3の巻線8の巻数と、第2の巻線7を流れる電流あるいは第3の巻線8を流れる電流とに比例して増加する所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示と異なる方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0088】図15は、本発明の単極形リニア直流モータの第7の実施例の構造説明を目的とした断面図である。

【0089】本発明の単極形リニア直流モータの固定子1は、平板状をなす第2のヨーク3と、第2のヨーク3にそれぞれ所定の距離を隔て相対して配置される一組の第1のヨーク2a、2bと、第1のヨーク2aおよび第1のヨーク2bの第2のヨーク3へのそれぞれの相対面の両端部にN極の極性を有する磁極面がそれぞれ固着され、第2のヨーク3の第1のヨーク2aおよび第1のヨーク2bへのそれぞれの相対面の両端部にS極の極性を有する磁極面がそれぞれ固着される一組の永久磁石6a、6b、6c、6dと、空間22aの中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2aに巻装される第2の巻線7aと、空間22aの中央部から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2aに巻装される第3の巻線8aと、空間22bの中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2bに巻装される第2の巻線7bと、空間22bの中央部から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第1のヨーク2bに巻装される第3の巻線8bとを主に構成される。

【0090】尚、空間22aは、第2のヨーク3、第2の巻線7aおよび第3の巻線8aのそれぞれの相対面と、永久磁石6aおよび永久磁石6bのそれぞれの相対面とにより構成され、空間22bは、第2のヨーク3、第2の巻線7bおよび第3の巻線8bのそれぞれの相対面と、永久磁石6cおよび永久磁石6dのそれぞれの相対面とにより構成される。

【0091】本発明の単極形リニア直流モータの可動子11は、第2のヨーク3の周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間22a内および空間22b内を矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置される。

【0092】可動子11は、第1の巻線12、第2の巻線7a、7b、および第3の巻線8a、8bに図示の方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより、空間22a内に形成される磁界および空間22b内に形成される磁界と、第1の巻線12の巻数と、第1の巻線12を流れる電流とに比例して増加し、更に、第2の巻線7a、7

bあるいは第3の巻線8a、8bの巻数と、第2の巻線7a、7bをそれぞれ流れる電流あるいは第3の巻線8a、8bをそれぞれ流れる電流とに比例して増加する所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12、第2の巻線7a、7b、および第3の巻線8a、8bに図示と異なる方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0093】図16は、本発明の単極形リニア直流モータの第8の実施例の構造説明を目的とした断面図である。

【0094】本発明の単極形リニア直流モータの固定子1は、所定の距離を隔て同軸円筒状に配置される円筒状をなす第1のヨーク2および円筒状をなす第2のヨーク3と、第1のヨーク2の第2のヨーク3への相対面の両端部にN極の極性を有する磁極面が固着され、第2のヨーク3の第1のヨーク2への相対面の両端部にS極の極性を有する磁極面が固着される円筒状をなす一組の永久磁石6a、6bと、空間22の中央部から矢印A方向の端部までの範囲を構成する第2のヨーク3に巻装される第2の巻線7と、空間22の中央部から矢印B方向の端部までの範囲を構成する第2のヨーク3に巻装される第3の巻線8とを主に構成される。

【0095】尚、空間22は、第1のヨーク2、第2の巻線7および第3の巻線8のそれぞれの相対面と、永久磁石6aおよび永久磁石6bのそれぞれの相対面とにより構成される。

【0096】本発明の単極形リニア直流モータの可動子11は、第2のヨーク3に巻装された第2の巻線7あるいは第3の巻線8の周囲に所定の間隙を隔て巻装される第1の巻線12を主に構成され、空間22内を、矢印A方向および矢印B方向に自由に移動し得る構造に配置される。矢印A方向の端部から矢印B方向の端部まで空間22内を移動する可動子11の推力は、固定子1を構成する第1のヨーク2に設けられた開口を介して外部に伝達される。

【0097】可動子11は、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示の方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより、空間22内に形成される磁界と、第1の巻線12の巻数と、電流とに比例して増加し、更に、第2の巻線7の巻数あるいは第3の巻線8の巻数と、第2の巻線7を流れる電流あるいは第3の巻線8を流れる電流とに比例して増加する所定の推力をもって矢印A方向に移動し、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8に図示と異なる方向にそれぞれ所定の電流を流すことにより所定の推力をもって矢印B方向に移動する。

【0098】図11、図12および図14に示す本発明の単極形リニア直流モータは、第1の巻線12、第2の巻線7および第3の巻線8を第1のヨーク2あるいは第2のヨーク3のどちらか一方に巻装することにより、薄

型化および小型化を可能とするものであり、各種装置等への搭載および設置を容易にするものである。

【0099】図15に示す本発明の単極形リニア直流モータは、図8に示す本発明の単極形リニア直流モータの大推力化に際し、可動子11の小型化および軽量化と、可動子11の小型化および軽量化に伴う応答性の向上とを可能とするものであり、図5および図11ないし図14に示す本発明の単極形リニア直流モータにおいても同様に構成し得るものである。

【0100】図16に示す本発明の単極形リニア直流モータは、図11に示す本発明の単極形リニア直流モータの大推力化に際し、ロング・ストローク化と、固定子1の漏洩磁束の減少と、漏洩磁束の減少に伴う推力の発生に関与する磁束の増加と、推力の発生に関与する磁束の増加に伴う推力の増加と、固定子1を構成する永久磁石6a、6b、第1のヨーク2および第2のヨーク3の体積の減少と、固定子1の体積の減少に伴う小型化および軽量化とを可能とするものであり、図12および図14に示す本発明の単極形リニア直流モータにおいても同様に構成し得るものである。

【0101】一般に、本発明の単極形リニア直流モータは、従来の単極形リニア直流モータの大推力化、ロング・ストローク化および全ストロークに対する推力変動の減少を共に実現させるために、第2の巻線7、7a、7bの巻数および巻線抵抗等の巻線仕様と、第3の巻線8、8a、8bの巻数および巻線抵抗等の巻線仕様とを同一に構成する。しかし、第2の巻線7、7a、7bおよび第3の巻線8、8a、8bの非通電時における、可動子11が空間21、22の一方の端部から中央部まで移動する際の推力の変化の割合と、可動子11が空間21、22の中央部から他方の端部まで移動する際の推力の変化の割合とが大きく異なる場合には、第2の巻線7、7a、7bおよび第3の巻線8、8a、8bは、それぞれ異なる巻線仕様に構成される。更に、第2の巻線7、7a、7bの巻線仕様あるいは流れる電流の大きさと、第3の巻線8、8a、8bの巻線仕様あるいは流れる電流の大きさとを、それぞれ変化させることにより、その使用目的にあわせた推力特性を容易に設定し得るものである。

【0102】一般に、本発明の単極形リニア直流モータにおいて、第2の巻線7、7a、7bの巻線仕様と第3の巻線8、8a、8bの巻線仕様とが同一に構成される際、第2の巻線7、7a、7bと第3の巻線8、8a、8bとをそれぞれ並列に接続し、同一電源より電力を供給することが可能となり、本発明の単極形リニア直流モータをサーボ制御にて運転する際、第2の巻線7、7a、7b、第3の巻線8、8a、8bおよび第1の巻線12をそれぞれ並列に接続し、同一電源より電力を供給することによりサーボ制御回路の低価格化が可能とな

る。

【0103】本発明の単極形リニア直流モータは、可動子11を構成する巻線の大電流化により大推力化、ロング・ストローク化および全ストロークに対する推力変動の減少を共に可能とするものであり、巻線の大電流化に伴い巻線が加熱し、可動子11および固定子1の温度上昇が顕著に現れる。温度上昇の対策としては、180〔°C〕を越える耐熱用の巻線および永久磁石の使用が考えられるが、通常は、複数の巻線を巻厚方向に積層して並列に接続し、巻数の増加に対し巻線全体の抵抗値を減少させ、消費電力を減少させ温度上昇を抑制する方法がとられる。

【0104】図5および図12ないし図14に示す本発明の単極形リニア直流モータのロング・ストローク化に際し、固定子1を構成する第1の永久磁石5は、組立、製造および着磁等の理由により複数の永久磁石片のそれぞれ同一の極性を有する磁極面を隣接させ、第1のヨーク2あるいは第2のヨーク3の一部に固着して構成され、低価格化および組立の簡略化等を目的とする際には、複数の永久磁石片のそれぞれ同一の極性を有する磁極面を所定の距離を隔て列設し、第1のヨーク2の一部あるいは第2のヨーク3の一部に固着し構成される。

【0105】図8、図11、図15および図16に示す本発明の単極形リニア直流モータのロング・ストローク化に際し、固定子1を構成する第1の永久磁石6a、6b、6c、6dは、製造、着磁および価格等の理由により複数の永久磁石片をそれぞれ異なる極性を有する磁極面が相対するように積層して構成され、空間22の体積、空間22内に形成される境界の大きさ、あるいは固定子1を構成する各種ヨークの体積に規制がある際には、所定数の永久磁石片と所定数の磁性体片とを積層して構成される。

【0106】本発明の単極形リニア直流モータにおいて、第1のヨーク2、2a、2b、第2のヨーク3、第3のヨーク4a、4bは、電磁軟鉄、構造用圧延鋼あるいは炭素鋼等の優れた磁気特性を有する金属により構成される。第1の巻線12、第2の巻線7、7a、7bおよび第3の巻線8、8a、8bは、巻棒に所定の径を有する素線を所定数巻いて構成されるが、小型化および軽量化を図る際には自己融着線により構成され巻棒が不要となる。

【0107】

【発明の効果】以上説明したように本発明の単極形リニア直流モータは、従来の単極形リニア直流モータの大推力化、ロング・ストローク化および全ストロークに対する推力変動の減少を共に実現することを可能とするものである。大推力化は可動子11を構成する第1の巻線12の大電流化により図られ、大電流化に伴い可動子11の小型化および可動子の軽量化が可能となり、可動子11の小型化に伴いストロークが増加し、可動子11の軽

ロック化および全ストロークに対する推力変動の減少は、第2の巻線7および第3の巻線8を固定子1の一部に巻装することにより図られ、固定子1の小型化、軽量化および低価格化が可能となり、1[m]を越えるロング・ストローク化を可能とするものである。

【0108】スキャナー装置は、満足し得る性能が得られていない唯一のOA機器であり、その原因は脈動の無い直線運動と超低速度運動とを共に実現することが困難である点である。移動部の超低速度移動および超高速復帰を必要とするスキャナー装置において、脈動の無い推力の発生と広範囲の速度制御とが可能な単極形リニア直流モータは移動部の駆動に最適なモータであるが、ロング・ストローク化が困難であり移動部の駆動源としての使用が不可能であった。しかし、脈動の無い推力の発生、ロング・ストローク化および広範囲の速度制御を可能とする本発明の単極形リニア直流モータによりスキャナー装置の高性能化が可能となる。

【0109】プロッター装置は、性能の向上が要望されているOA機器であり、移動部の繰り返し停止精度の向上が最も要望されている。移動部の高速移動および高精度の停止精度を必要とするプロッター装置において、脈動の無い推力の発生と高精度の位置制御および高速度運転とが可能な単極形リニア直流モータは移動部の駆動に最適なモータであるが、ロング・ストローク化が困難であり移動部の駆動源としての使用が不可能であった。しかし、脈動の無い推力の発生、ロング・ストローク化および高速度運転を可能とする本発明の単極形リニア直流モータにより、プロッター装置の高性能化が可能となる。

【0110】スキャナー装置と同様に、脈動のない推力での移動部の超低速度移動および超高速復帰を必要とするカラーコピー装置においても、本発明の単極形リニア直流モータにより、高性能化が可能となる。

【0111】本発明の単極形リニア直流モータは、従来の単極形リニア直流モータでは、実現不可能であった、1[m]を越えるロング・ストローク化を可能とするものであり、脈動のない推力の発生と高精度の位置制御を可能とする特徴から、従来自動化が困難とされていた各種光学機器、各種医療機器、各種検査装置等の振動を嫌う移動部の自動化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の単極形リニア直流モータの断面図である。

【図2】従来の単極形リニア直流モータの断面図である。

【図3】図1に示す従来の単極形リニア直流モータの推力特性図である。

【図4】図2に示す従来の単極形リニア直流モータの推力特性図である。

【図5】本発明の単極形リニア直流モータの第1の実

例の断面図である。

【図6】本発明の単極形リニア直流モータの第1の実施例の磁界分布図である。

【図7】本発明の単極形リニア直流モータの第1の実施例の推力特性図である。

【図8】本発明の単極形リニア直流モータの第2の実施例の断面図である。

【図9】本発明の単極形リニア直流モータの第2の実施例の磁界分布図である。

【図10】本発明の単極形リニア直流モータの第2の実施例の推力特性図である。

【図11】本発明の単極形リニア直流モータの第3の実施例の断面図である。

【図12】本発明の単極形リニア直流モータの第4の実施例の断面図である。

【図13】本発明の単極形リニア直流モータの第5の実施例の断面図である。

【図14】本発明の単極形リニア直流モータの第6の実施例の断面図である。

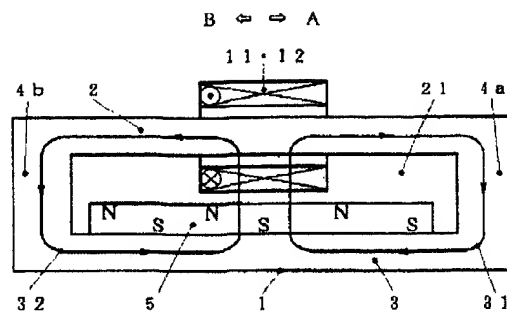
【図15】本発明の単極形リニア直流モータの第7の実施例の断面図である。

【図16】本発明の単極形リニア直流モータの第8の実施例の断面図である。

【符号の説明】

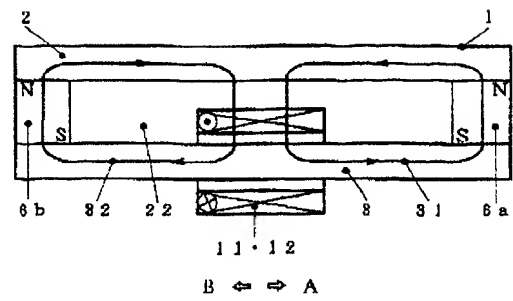
- 1 固定子
- 2 第1のヨーク
- 2a 第1のヨーク
- 2b 第1のヨーク
- 3 第2のヨーク
- 4a 第3のヨーク
- 4b 第3のヨーク
- 5 永久磁石
- 6a 永久磁石
- 6b 永久磁石
- 6c 永久磁石
- 6d 永久磁石
- 7 第2の巻線
- 7a 第2の巻線
- 7b 第2の巻線
- 8 第3の巻線
- 8a 第3の巻線
- 8b 第3の巻線
- 11 可動子
- 12 第1の巻線
- 21 空間
- 22 空間
- 22a 空間
- 22b 空間
- 31 第1の開磁路
- 32 第2の開磁路

【図1】



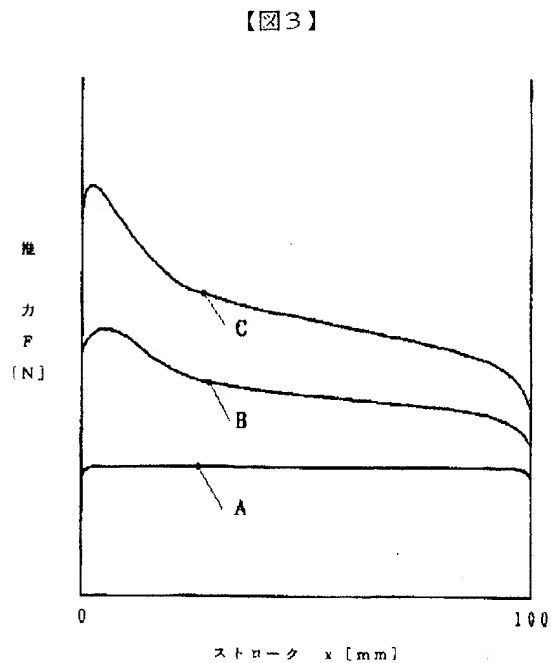
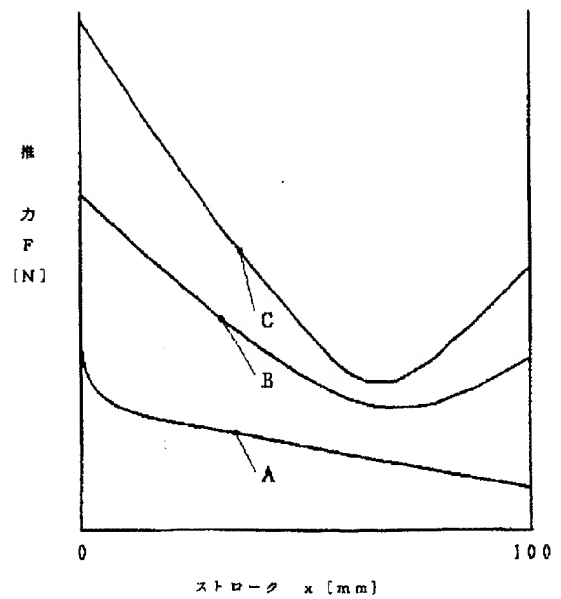
- | | | | |
|----|--------|----|--------|
| 1 | 固定子 | 11 | 可動子 |
| 2 | 第1のヨーク | 12 | 第1の巻線 |
| 3 | 第2のヨーク | 21 | 空間 |
| 4a | 第3のヨーク | 31 | 第1の閉磁路 |
| 4b | 第3のヨーク | 32 | 第2の閉磁路 |
| 5 | 永久磁石 | | |

【図2】

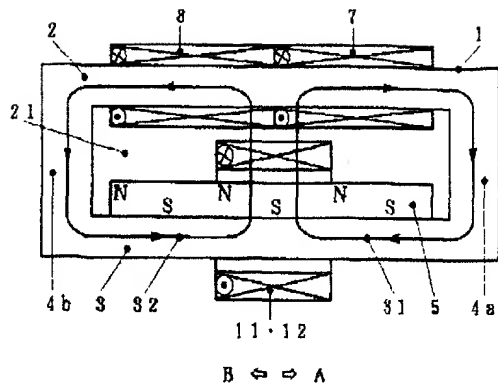


- | | | | |
|----|--------|----|--------|
| 1 | 固定子 | 11 | 可動子 |
| 2 | 第1のヨーク | 12 | 第1の巻線 |
| 3 | 第2のヨーク | 22 | 空間 |
| 4a | 永久磁石 | 31 | 第1の閉磁路 |
| 4b | 永久磁石 | 32 | 第2の閉磁路 |

【図4】

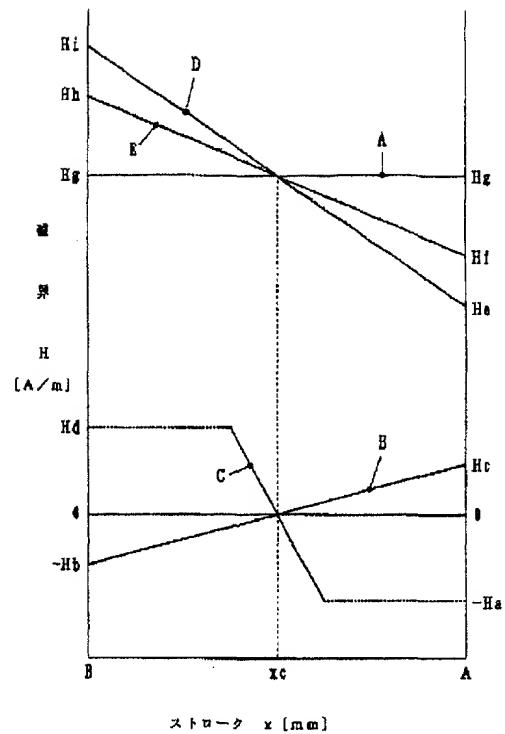


【図5】

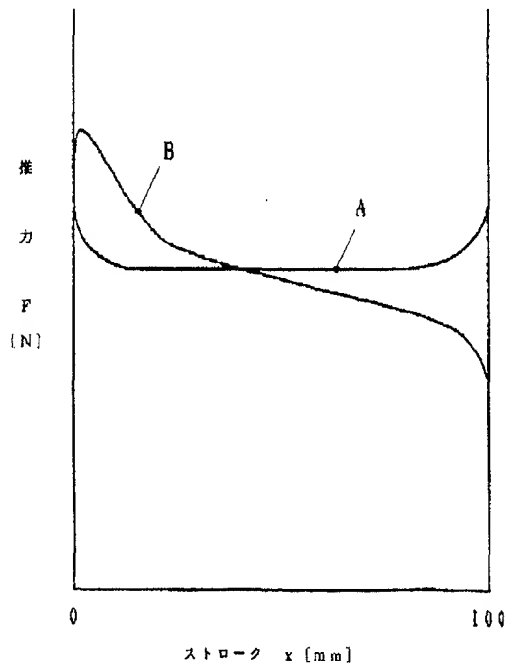


- | | |
|-----------|-----------|
| 1 固定子 | 11 可動子 |
| 2 第1のヨーク | 12 第1の巻線 |
| 3 第2のヨーク | 21 空間 |
| 4a 第3のヨーク | 31 第1の開磁路 |
| 4b 第3のヨーク | 32 第2の開磁路 |
| 5 永久磁石 | |
| 7 第2の巻線 | |
| 8 第3の巻線 | |

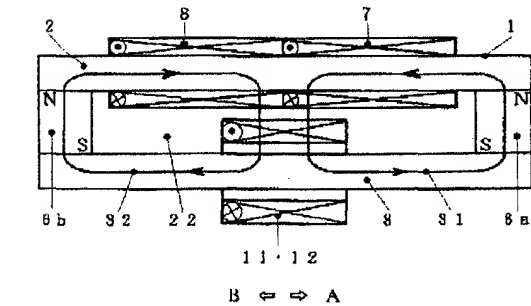
【図6】



【図7】

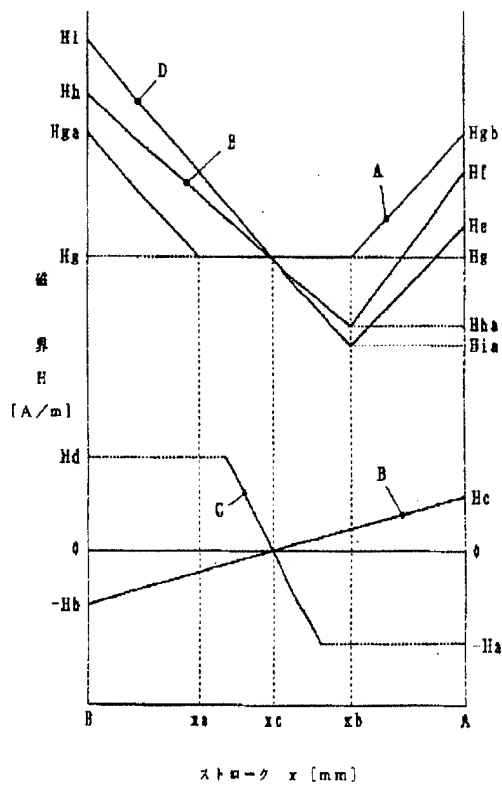


【図8】

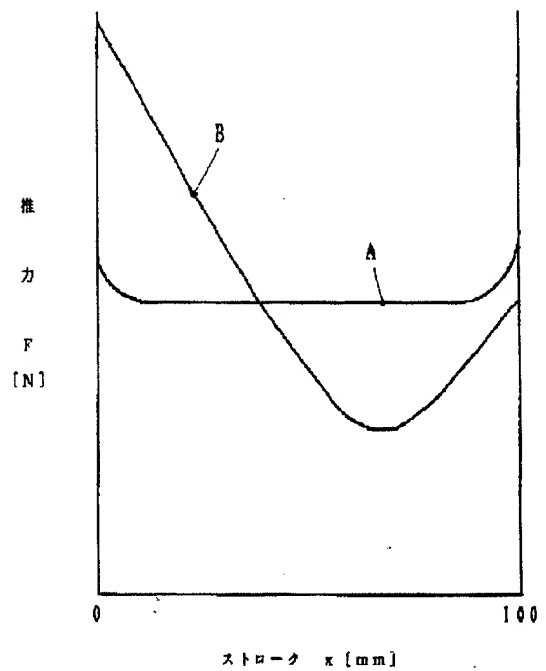


- | | |
|----------|-----------|
| 1 固定子 | 11 可動子 |
| 2 第1のヨーク | 12 第1の巻線 |
| 3 第2のヨーク | 22 空間 |
| 4a 永久磁石 | 31 第1の開磁路 |
| 4b 永久磁石 | 32 第2の開磁路 |
| 7 第2の巻線 | |
| 8 第3の巻線 | |

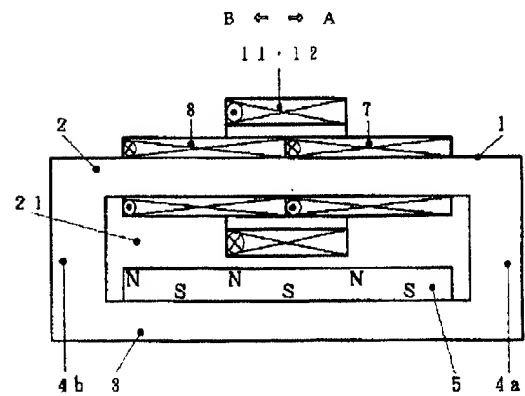
【図9】



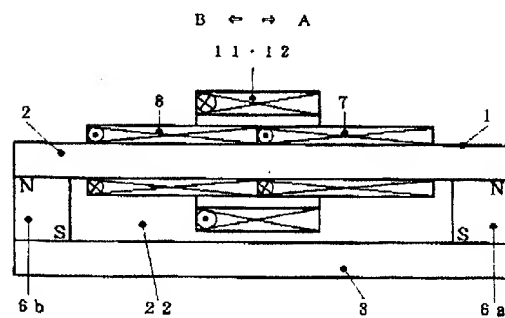
【図10】



【図12】



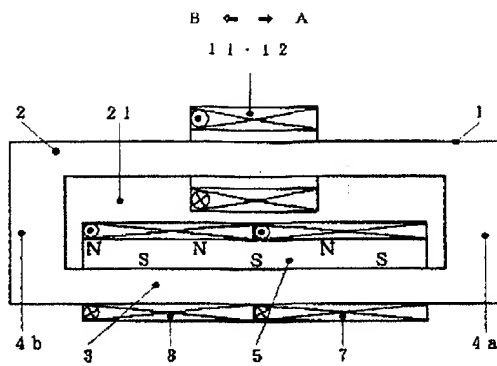
【図11】



- | | |
|----------|----------|
| 1 固定子 | 11 可動子 |
| 2 第1のヨーク | 12 第1の巻線 |
| 3 第2のヨーク | 22 空間 |
| 4a 永久磁石 | |
| 4b 永久磁石 | |
| 7 第2の巻線 | |
| 8 第3の巻線 | |

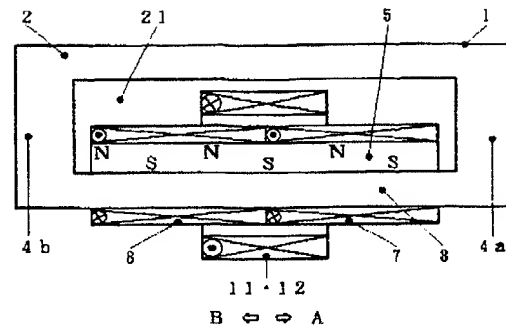
- | | |
|-----------|----------|
| 1 固定子 | 11 可動子 |
| 2 第1のヨーク | 12 第1の巻線 |
| 3 第2のヨーク | 21 空間 |
| 4a 第3のヨーク | |
| 4b 第3のヨーク | |
| 5 永久磁石 | |
| 7 第2の巻線 | |
| 8 第3の巻線 | |

【図13】



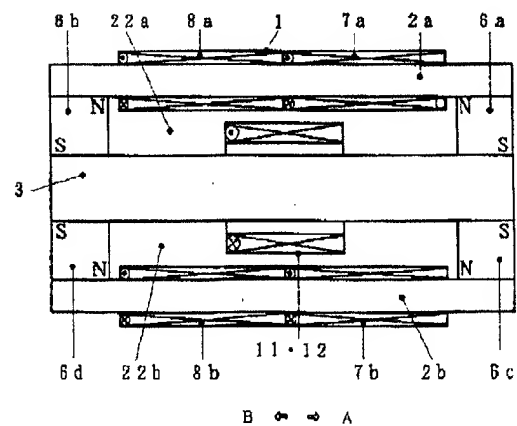
- | | | | |
|----|--------|----|-------|
| 1 | 固定子 | 11 | 可動子 |
| 2 | 第1のヨーク | 12 | 第1の巻線 |
| 3 | 第2のヨーク | 21 | 空間 |
| 4a | 第3のヨーク | | |
| 4b | 第3のヨーク | | |
| 5 | 永久磁石 | | |
| 7 | 第2の巻線 | | |
| 8 | 第3の巻線 | | |

【図14】



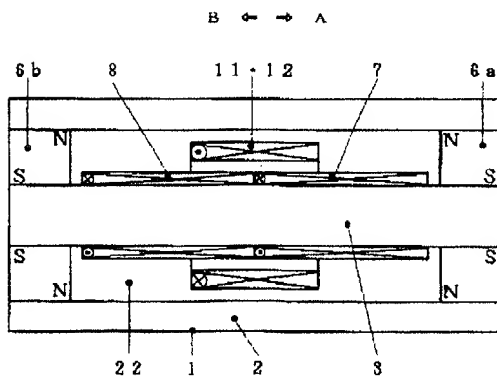
- | | | | |
|----|--------|----|-------|
| 1 | 固定子 | 11 | 可動子 |
| 2 | 第1のヨーク | 12 | 第1の巻線 |
| 3 | 第2のヨーク | 21 | 空間 |
| 4a | 第3のヨーク | | |
| 4b | 第3のヨーク | | |
| 5 | 永久磁石 | | |
| 7 | 第2の巻線 | | |
| 8 | 第3の巻線 | | |

【図15】



- | | | | |
|----|--------|-----|-------|
| 1 | 固定子 | 7a | 第2の巻線 |
| 2a | 第1のヨーク | 7b | 第2の巻線 |
| 2b | 第1のヨーク | 8a | 第3の巻線 |
| 3 | 第2のヨーク | 8b | 第3の巻線 |
| 6a | 永久磁石 | 11 | 可動子 |
| 6b | 永久磁石 | 12 | 第1の巻線 |
| 6c | 永久磁石 | 22a | 空間 |
| 6d | 永久磁石 | 22b | 空間 |

【図16】



- | | | | |
|----|--------|----|-------|
| 1 | 固定子 | 11 | 可動子 |
| 2 | 第1のヨーク | 12 | 第1の巻線 |
| 3 | 第2のヨーク | 22 | 空間 |
| 6a | 永久磁石 | | |
| 6b | 永久磁石 | | |
| 7 | 第2の巻線 | | |
| 8 | 第3の巻線 | | |